

Рис. 3 La/Yb соотношение в волосах жителей Томской области

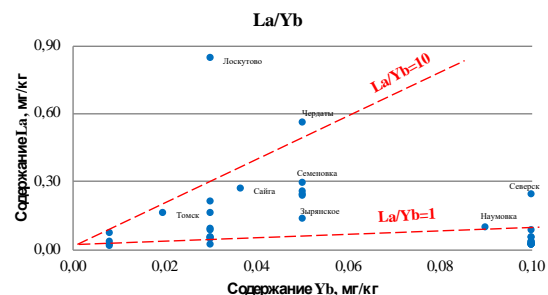


Рис. 4 La/Yb соотношение в крови жителей Томской области

Таким образом, соотношения редкоземельных элементов можно использовать в качестве индикаторов геохимической обстановки, но нужно учитывать, что показатели индивидуальны для каждого компонента природной среды.

Литература

1. Балашов, Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов / Ю. А. Балашов; Академия Наук СССР; Институт геохимии и аналитической химии. - Москва: Наука, 1976. - 267 с.
2. Кембаев М.К. Формы нахождения редких земель в корках выветривания месторождений Северного Казахстана и их 3D-модели: Дисс. на соиск. ст. д-ра философии (PhD) // Казахстанский национальный исследовательский технический университет. - 2016.
3. Очерки геохимии человека: монография / Н.В. Барановская, Л. П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др.; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - 378 с.
4. Поцелуев А. А. Редкоземельные элементы в геологических образованиях Калгутинского месторождения (Рудный Алтай) / А. А. Поцелуев, В. И. Котеков, Д. И. Бабкин // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. - 2002. - Т. 305, вып. 6: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. - [С. 229 - 246].

ОЦЕНКА КЛАССА ОПАСНОСТИ ЛИСТОВОГО ОПАДА ТОПОЛЯ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Ю.Э. Аксёнова

Научные руководители доцент Н.А. Осипова, доцент Д.В. Юсупов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Наземная часть растений, листва и ветви деревьев в местах интенсивного загрязнения из атмосферы несут осевшую из воздуха пыль и аэрозоль, содержащие тяжелые металлы. Количество пыли меняется в зависимости от времени года и дождей, частично смывающих частицы пыли и дыма. Листья тополя хорошо улавливают пылеаэрозоли из атмосферного воздуха и накапливают загрязняющие вещества из почвы [5, 9].

Состав пылеаэрозолей разнообразен, и в первую очередь он отражает геохимическую специализацию источников загрязнения - промышленных предприятий, транспорта и др. Для каждого из этих источников характерны выбросы тяжелых металлов в атмосферный воздух и их аккумуляция в листьях тополя. Согласно СанПиН 42-128-4433-87 I класс опасности - высоко опасные: Cd, As, Se, Hg, Pb, F, Zn; II класс опасности - умеренно опасные - Ni, B, Mo, Co, Sb, Cu, Cr; III класс опасности - мало опасные: V, W, Ba, Sr, Mn [6].

Листовой опад деревьев-озеленителей может рассматриваться как древесный отход, который содержит в себе накопленные из атмосферного воздуха различные химические элементы и их соединения. Поэтому на основе результатов химического состава биомассы листового опада тополя (ЛОТ) расчетным методом можно определить его классы опасности в условиях влияния химического загрязнения. Это позволит определить существует ли необходимость в уборке и переработке листового опада в осенний период времени на территории городов?

Определение класса опасности ЛОТ проводилось на примере г. Новосибирска расчетным путем для зон: 1 - городских лесов и парков, 2 - жилой застройки, 3 - промышленно-коммунальных территорий, 4 - зона влияния Новосибирского завода химконцентратов (НЗХК). Для определения класса опасности ЛОТ в условиях разной степени загрязнения городской территории г. Новосибирска было проведено исследование элементного состава ЛОТ, отобранного осенью 2015 года. Класс опасности ЛОТ как отхода определялся на основе результатов инструментального нейтронно-активационного анализа (29 проб) [8]. Оценка класса опасности ЛОТ в условиях г. Новосибирска проводилась в соответствии с СП 2.1.7. 1386-03 [7] и методики «Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления» [3].

По методике [3] расчет класса опасности ЛОТ - отхода состоит из набора показателей опасности компонента отхода. При оценке показателя опасности ЛОТ в качестве обязательного включается показатель информационного обеспечения (I), который характеризует обеспеченность первичной информации необходимой для оценки опасности компонента отхода. Информационный показатель определяется как деление числа

СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

показателей n с имеющейся информацией в нормативных документах и справочниках, на число показателей n необходимое для целой системы показателей ($N=12$):

$$I = n/12 \quad (1)$$

Специфичностью информационного показателя является учет опасности компонента отхода, который обусловлен недостатком информации [1]. Помимо показателя информационного обеспечения использовались следующие показатели: предельно допустимые концентрации химического элемента в почве, водных объектах рыбохозяйственного назначения, водных объектах хозяйственно питьевого и культурно бытового водопользования, среднесуточная, максимально разовая в атмосферном воздухе населенных мест, классы опасности элемента в данных средах, средняя летальная доза (LD_{50}), насыщающая концентрация вещества (компонента отхода) в воздухе при 20 °С и нормальном давлении ($C_{\text{нас}}$) средняя смертельная концентрация вещества (LK_{50}), растворимость вещества (компонента отхода) в воде при 20 °С (S), персистентность [2].

Если в составе отходов имеется компонент с доказанной для человека канцерогенностью, то ему приписывается значение $W_i = 1$, тогда как остальные показатели опасности не учитываются, т. е. $K_i = C_i / I = C_i$ [3].

Произведен расчет показателей степени опасности K_i ЛОТ для четырех зон, который зависит от концентрации опасного компонента в ЛОТ (табл. 1).

Таблица 1

Соответствие показателей степени опасности компонента листового опада и его концентрации

| Показатели | Зоны | Zn | Cr (+6) | Fe | Sr | Rb | Hg | As | Sb | Co | U | Ba |
|------------|------|--------|---------|------|--------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| Ci | 1 | 1722,6 | 5,5 | 0,2 | 797,6 | 39,6 | 0,04 | 0,2 | 1,2 | 6,9 | 0,38 | 228,2 |
| Ki | | 10,1 | 5,5 | 0,01 | 3,2 | 7,5 | 0,03 | 0,2 | 0,02 | 0,1 | 0,04 | 2,1 |
| Ci | 2 | 1233,3 | 8,6 | 0,2 | 1160,2 | 67,4 | 0,04 | 1,6 | 5,6 | 12,3 | 0,3 | 200,9 |
| Ki | | 7,3 | 8,6 | 0,01 | 4,6 | 12,8 | 0,03 | 1,6 | 0,1 | 0,3 | 0,03 | 1,8 |
| Ci | 3 | 1349,3 | 11,3 | 0,3 | 799,6 | 46,2 | 0,09 | 9,4 | 2,3 | 7,1 | 0,9 | 213,9 |
| Ki | | 7,94 | 11,3 | 0,01 | 3,2 | 8,8 | 0,05 | 9,4 | 0,04 | 0,1 | 0,1 | 1,95 |
| Ci | 4 | 1222,5 | 14,6 | 0,3 | 590,9 | 55,1 | 0,37 | 2,8 | 1,2 | 10,9 | 2 | 216,7 |
| Ki | | 7,2 | 14,6 | 0,01 | 2,4 | 10,5 | 0,21 | 2,8 | 0,02 | 0,2 | 0,02 | 1,98 |

1 - зоны городских лесов и парков, 2 - зоны жилой застройки, 3 - зоны промышленно-коммунальных территорий, 4 - зона влияния НЗХК.

Показатель степени опасности K_i ЛОТ также зависит от коэффициента степени опасности компонента отхода. Это условный показатель, который численно равен количеству компонента отхода, ниже значения которого, компонент не оказывает негативного воздействия на окружающую природную среду.

В соответствии с критериями отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды [4] и с помощью данных о значениях суммарного показателя степени опасности K_i для четырех функциональных зон г. Новосибирска можно определить класс опасности ЛОТ как отхода. Для всех четырех зон он относится к четвертому классу опасности ($100 \geq K_i > 10$) - малоопасные, отражающие низкую степень воздействия на окружающую природную среду (табл. 2).

Таблица 2

Показатели степени опасности K_i в ЛОТ, в условиях разной степени антропогенной нагрузки

| № | Химические элементы | Усредненный параметр опасности, X_i | LgW_i | Коэффициент степени опасности, W_i | Показатель степени опасности K_i | | | |
|--------|---------------------|---------------------------------------|---------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---|-------------------|
| | | | | | Зоны городских лесов и парков | Зоны жилой застройки | Зоны промышленно-коммунальных территорий* | Зона влияния НЗХК |
| 1 | Цинк | 2,86 | 2,23 | 170 | 10,1 | 7,26 | 7,94 | 7,19 |
| 2 | Хром | 2,62 | 1,94 | 87 | 5,5 | 8,6 | 11,3 | 14,6 |
| 3 | Железо | 2,25 | 1,5 | 31,6 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 4 | Стронций | 3 | 2,4 | 251 | 3,18 | 4,6 | 3,19 | 2,4 |
| 5 | Рубидий | 1,6 | 0,72 | 5,25 | 7,5 | 12,8 | 8,8 | 10,5 |
| 6 | Ртуть | 1,2 | 0,24 | 1,74 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,21 |
| 7 | Мышьяк | 2,6 | 1,92 | 83,2 | 0,2 | 1,6 | 9,4 | 2,8 |
| 8 | Сурьма | 2,4 | 1,7 | 53,7 | 0,02 | 0,1 | 0,04 | 0,02 |
| 9 | Кобальт | 2,4 | 1,7 | 50,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |
| 10 | Уран | 1,8 | 0,96 | 9,1 | 0,04 | 0,03 | 0,1 | 0,02 |
| 11 | Барий | 2,7 | 2,04 | 109,7 | 2,1 | 1,8 | 1,95 | 1,98 |
| Сумма: | | | | | 28,8 | 37,1 | 42,9 | 40,1 |

* включая зону влияния НЗХК.

Основу показателя степени опасности ЛОТ составили такие элементы как Zn (17,9-35,1 %), Cr (19 - 36,4 %), Rb (20,5 - 34,5 %), Sr (5,7-12,4 %) и Ba (4,9-7,3 %). Наибольший процентный вклад внесли Cr и Zn в условиях зоны промышленно-коммунальных территорий и отдельно в зоне влияния НЗХК.

Наименьший показатель степени опасности Ki в ЛОТ наблюдается в зонах городских лесов и парков, для данных территорий рекомендуется его использование в качестве удобрения. Наибольший показатель степени опасности Ki в ЛОТ наблюдается в зонах промышленно-коммунальных территорий, включая зону влияния Новосибирского завода химконцентратов, здесь же существует опасность накопления опасных химических соединений в почвенном покрове и растительности, поэтому рекомендуется утилизация ЛОТ как отхода в зависимости от его класса опасности.

Литература

1. Бариева Р.Н. «Анализ химического состава листвы и листового опада в комплексе мероприятий по мониторингу атмосферы нижекамской промышленной зоны, Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук, Казань, 2014. - С. 95 - 96.
2. Беспамятников Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. - Л.: Химия, 1985. - С. 335 - 527.
3. Комлачев М.Т., Заболотских Т.В. Определение класса опасности отходов производства и потребления. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. - С. 100 - 295.
4. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15.06.2001, №511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», 2001.
5. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбисистем // Экология и промышленность России, 2015. - № 6. - С. 51 - 63.
6. Санитарные нормы допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в почве. Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемическим вопросам. В семи томах. Том 2. В двух частях. Часть 2. - М.: МП "Рапор", 1992.
7. Свод правил: СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления, 2003.
8. Судыко А.Ф. Определение тория, скандия, урана и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Материалы V Международной конференции "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека", Томск, 2016. - С. 620 - 624.
9. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. - Т. 327. - № 6. - С. 25 - 36.

ЛИСТЬЯ ТОПОЛЯ (*POPULUS BALSAMIFERA L.*) КАК БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР РТУТНОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

С.Н. Александрова, Е.М. Турсуналиева

Научные руководители доцент Д.В. Юсупов, научный сотрудник Е.Е. Ляпина

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия**

Ртуть - это один из наиболее токсичных металлов, активный поллютант окружающей среды, подлежит строгому экологическому и гигиеническому контролю. Россия в 2014 г. подписала Минаматскую конвенцию - глобальное соглашение по контролю ртутного загрязнения [6], с 2013 по 2017 гг. (с продлением) реализует пилотный проект по разработке кадастра ртутных загрязнений на ее территории [7]. Основными антропогенными источниками выбросов ртути в атмосферный воздух в России являются предприятия черной, цветной металлургии, химической промышленности и теплоэнергетики [7].

Листья тополя рассматриваются как природный планшет-накопитель газообразных и твердофазных аэрозолей на урбанизированных территориях [10]. Изучение микрокомпонентов загрязнения атмосферного воздуха с помощью листьев тополя позволяет выявлять локальные и региональные источники загрязнения атмосферы, в том числе моделировать процесс выпадения ртути [8]. Это объект исследования весьма удобен для проведения биогеохимической съемки на территории городов в умеренных широтах, он позволяет проводить пробоотбор по относительно равномерной сети и отображать информацию в различных масштабах съемки.

Цель исследования - оценка уровней концентрации ртути в сухой массе листьев тополя для определения ртутной нагрузки на территории городов Алтайского края, где имеются объекты с накопленным ущербом окружающей среде.

Алтайский край расположен на юго-востоке Западной Сибири, граничит с Павлодарской и Восточно-Казахстанской областями Республики Казахстан. Алтайский край входит в список неблагоприятных регионов в стране по ряду экологических и социально-гигиенических показателей [3, 9]. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в крае являются предприятия теплоэнергетики, военно-промышленного комплекса, химической и коксохимической промышленности, машиностроения, металлообработки, а также автотранспорт. Влияние на качество атмосферного воздуха в регионе оказывают: ОАО «Алтайэнерго», ОАО «Алтай-Кокс», ОАО «Барнаултрансаш», ООО «Бийскэнерго», ОАО «Алтайхимпром», ОАО «Каучусульфат»,